

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-170734
(P2001-170734A)

(43)公開日 平成13年6月26日(2001.6.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)		
B 2 1 J	5/00	B 2 1 J	5/00	D	4 E 0 8 7
	1/06		1/06	A	4 E 3 6 0
B 2 1 K	21/04	B 2 1 K	21/04		
H 0 5 K	5/04	H 0 5 K	5/04		

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-373233
(22)出願日 平成11年12月28日(1999. 12. 28)
(31)優先権主張番号 特願平10-372328
(32)優先日 平成10年12月28日(1998. 12. 28)
(33)優先権主張国 日本 (J P)
(31)優先権主張番号 特願平11-288715
(32)優先日 平成11年10月8日(1999. 10. 8)
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 595044650
株式会社東京精鍛工所
新潟県南魚沼郡六日町大字二日町684-1
(71)出願人 000005083
日立金属株式会社
東京都港区芝浦一丁目2番1号
(72)発明者 関 新治
新潟県南魚沼郡六日町大字二日町684-1
株式会社東京精鍛工所六日町工場内
(72)発明者 谷池 茂弘
新潟県南魚沼郡六日町大字二日町684-1
株式会社東京精鍛工所六日町工場内

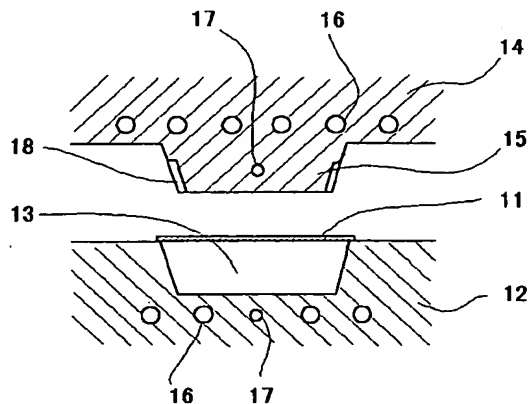
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マグネシウム合金製薄肉成形体およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 鍛造加工により軽量且つ高品質であり、角部の半径が小さく、ボス部を持つマグネシウム合金製薄肉成形体を提供すること。

【解決手段】 マグネシウム合金製鍛造薄肉成形体は、マグネシウム合金製薄板素材を鍛造で成形してなり、主要部肉厚が1.5mm以下、壁部の立ち上がり内側角部および/または外側角部の面取りまたは半径が1mm以下、壁部が高さ30mm以下、主要部肉厚の10倍以下のボス部を有する。マグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法は、板厚3mm以下のマグネシウム合金製薄板素材を、壁部の立ち上がり内側角部および/または外側角部の面取りまたは半径が1mm以下、ポンチまたはダイに窪み部分を有した金型を用い、素材温度200～540℃で、成形荷重1～30ton/cm²、鍛造速度1～500mm/秒、圧下率75%以下で荒鍛造した後、圧下率30%以下で仕上鍛造し、主要部肉厚1.5mm以下にする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マグネシウム合金製薄板素材を鍛造で成形してなることを特徴とするマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 2】 前記薄肉成形体は、主要部肉厚が 1.5 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 3】 前記薄肉成形体は、周壁部を有し、該周壁部の立ち上がり内側角部および／または外側角部の面取りまたは半径が 1 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 4】 前記周壁部は、高さ 30 mm 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 5】 前記薄肉成形体は、前記主要部肉厚より厚肉のボス部を 1 個以上有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 6】 前記ボス部は、薄肉成形体の主要部肉厚の 10 倍以下であることを特徴とする請求項 5 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 7】 前記薄肉成形体は、その表面に、数字、記号、マーク、または模様の何れか 1 以上からなる凸部を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 8】 前記凸部は、該凸部の裏面が凹状ではないことを特徴とする請求項 7 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 9】 前記薄肉成形体は、0.3～0.8 mm の薄肉部が断続的および／または連続的に偏在していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 10】 前記薄肉成形体が、筐体であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 11】 前記薄肉成形体が、電子機器用であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 12】 前記薄肉成形体が、携帯電話機用であることを特徴とする請求項 11 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 13】 前記薄肉成形体が、モバイル型パソコン用であることを特徴とする請求項 11 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 14】 前記薄肉成形体が、ノート型パソコン用であることを特徴とする請求項 11 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体。

【請求項 15】 板厚 3 mm 以下のマグネシウム合金製薄板素材を、成形荷重 1～30 t on/cm²、鍛造速

度 1～500 mm/秒、圧下率 75% 以下で荒鍛造した後、圧下率 50% 以下で仕上鍛造し、主要部肉厚 1.5 mm 以下にすることを特徴とするマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法。

【請求項 16】 マグネシウム合金製薄板素材を 200～540℃で、荒鍛造用金型のポンチ肩部半径 (r1) またはダイ角部半径 (r2) と、仕上鍛造用金型のポンチ肩部半径 (r3) またはダイ角部半径 (r4) との比、r1 (または r2) / r3 (または r4) を 7 以下とした金型を用いて鍛造を行い、完成成形体の周壁部の立ち上がり内側角部および／または外側角部の面取りまたは半径を 1 mm 以下とすることを特徴とする請求項 15 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法。

【請求項 17】 ポンチまたはダイに少なくとも 1 個の窪み部分を有した金型を用いて鍛造してボス部を有する荒鍛造成形体を成形する荒鍛造と、前記荒鍛造成形体をポンチまたはダイに前記ボス部に対応する窪み部分を有する金型を用いて鍛造して、主要部肉厚に対して 10 倍以下のボス高さとすることを特徴とする請求項 15 または請求項 16 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法。

【請求項 18】 前記仕上鍛造後のボス部の高さは、前記マグネシウム合金製薄板素材の板厚の 7 倍以下であることを特徴とする請求項 17 に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法。

【請求項 19】 前記マグネシウム合金製薄板素材の板厚が 3 mm 以下であり、前記荒鍛造用金型が 100～540℃に加熱保持され、前記仕上鍛造用金型が 100～540℃に加熱保持されていることを特徴とする請求項 15 乃至請求項 18 何れか 1 項に記載のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はマグネシウム合金製薄板素材を鍛造により成形した成形体およびその製造方法に関するものであり、特に小形軽量機器の筐体等の用途に適したマグネシウム合金製薄肉成形体およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マグネシウムは、現在実用化されている金属材料の中で最も比重が小さい材料である。すなわち、マグネシウムの比重は 1.8 であり、現在、軽量化材料として各種用途に広く使用されているアルミニウムの比重 2.7 と比較しても、非常に小さい。このため、マグネシウム合金はアルミニウム合金に代わる軽量化材料として最近注目されており、航空・宇宙機器部品、陸上輸送機器、荷役機器、工業機械・工具類、電気・通信機器、農林鉱業機械、事務機器、光学用機器、スポーツ用品など幅広い分野において使用されつつある。

【0003】 しかしながら、アルミニウム合金に比べ、

マグネシウム合金は塑性加工性において問題がある。このため、マグネシウム合金の殆どは鑄造材として使用されているのが現状である。一般的に鑄造材として使用されるマグネシウム合金は、主成分元素であるマグネシウムに、基本的な添加元素としてアルミニウムおよび亜鉛を含有させて強度の向上を図るとともに鑄造性を得ている。また、強度と靱性を付与するためにジルコニウムを添加したり、結晶粒の微細化を図るためにMnを添加したり、耐熱性を付与するために希土類元素や銀を添加したりすることもある。しかし、マグネシウム合金溶湯を鑄造して得られる成形体は、その製法上の制約から、比較的肉厚のものに限定される。また、その製造過程において、鑄造欠陥や酸化物を内部および表面に介在させてしまう恐れが大きい。もしも、これら欠陥等が介在していると、機械的強度の点で問題があり、また耐食性等についても問題が発生する。

【0004】マグネシウム合金の鑄造品における上記問題点を解決できる可能性があるものとして、最近、射出成形法を応用し固液共存域で成形を行う半溶融成形加工法が提案され、検討されている。この成形加工方法で得られた成形体は、一般鑄造品に見られるようなデンドライトが無く、微細な組織が得られ、ダイカスト法で得られた成形体と比較しても気孔が少なく高密度であり、成形後の熱処理が可能であるなどの利点がある。この方法によれば成形体の薄肉化もある程度可能であり、肉厚が1.5mm以下の成形体も製造されている。しかしながら、この半溶融成形加工法によるマグネシウム合金の成形体においても、その製造過程に鑄造欠陥や酸化物を内部および表面に介在させる恐れが皆無ではないため、品質の良好なものを工業的に量産しにくいという問題がある。

【0005】マグネシウム合金からなる薄肉成形体を得る方法の一つとして、マグネシウム合金製薄板素材からの絞り加工が考えられる。すなわち、まず鑄造法によりインゴットを作製し、そのインゴットを鍛造することによって鑄造品の問題点である内部欠陥や偏析等を除去あるいは低減する。次いで、この鍛造品を適当な厚さに切断または圧延して薄板素材を作製し、この薄板素材を絞り加工して成形体を作製する方法である。マグネシウム合金薄板の絞り加工について開示されている文献としては、例えば、特開平6-55230号公報、特開平6-328155号公報、および1995年の軽合金学会第89回秋期大会講演概要179~180頁などがある。

【0006】マグネシウム合金の絞り成形加工におけるダイス及びポンチの肩部の半径は、ブランク材（素材）板厚の1.5~5倍及び5倍以上に設計すべきであるとされている（「プレス便覧」昭和53年、丸善発行、633頁参照）。このため、上記「軽合金学会第89回秋期大会講演概要」においても、直径60~65mm、板厚1mmのAZ31マグネシウム合金円板を、ポンチ径4

0mm、ポンチ肩半径12mm、ダイス内径43mm、ダイス肩半径8mm、ブランク圧1000kgfの条件で、深絞り試験したことが開示されている。すなわち、絞り加工においては、ダイス肩部半径を上記範囲よりも小さく設計した場合、成形体に亀裂が発生する恐れがあるため、シャープな形状の成形体を作製することが困難であるという問題がある。また、絞り成形加工では肉厚のボスを成形体と一体的に成形することが困難なため、必要箇所には、別の素材を溶接などしてボス等を確保している。なお、上記特開平6-55230号公報には、「ポンチ、フランジ部共に表面温度が175℃以上、500℃以下の温度範囲に加熱された金型を用いて成形すると、マグネシウム薄板の深絞り成形が可能となる」ことが開示され、温間加工に適した加熱温度についての示唆がされているものの、ポンチやフランジ部の形状についての開示や示唆は無い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】近年、電子回路部品・素子の高集積化・高密度化等を背景にして、携帯電話機等の小形通信機器、ノート型あるいはモバイル型パソコン等の小形事務機器、その他多くの用途において、小型化・軽量化が盛んに試みられており、それら機器の筐体などにも小型化・軽量化が求められている。かかる要求に応えるものの一つとして、アルミニウム合金からなる薄肉成形体が広く使われているが、同等以上の機械的強度を有しつつ更なる軽量化を図るために、マグネシウム合金製の薄肉成形体の出現が望まれている。また、このような小型部品の筐体においては、筐体部品同士を結合したり、内蔵する電子回路基板等を係止あるいは固定するためのボス部が必要とされる。しかしながら、マグネシウムの結晶構造が稠密六方晶であるため、マグネシウム合金は塑性加工が極めて難しい。このため、マグネシウム合金薄板の塑性加工技術については、国内外で殆ど検討されておらず、その機械的性質や加工性もあまり知られていない。

【0008】前述したマグネシウム合金製薄板素材からの絞り加工においては、しわの発生防止が不可欠であり、しわ押さえ部分を必要とするために材料歩留まりの点で問題がある。このことは、特に小物の成形体を作製する場合に大きな問題となる。また、ダイス及びポンチの隅部及び肩部に対応する隅肉部に亀裂等の欠陥が生じ易いため、ダイス隅部及びポンチ肩部の半径をあまり小さくできないという問題点がある。また、絞り加工の場合には、鑄造法と異なり、一体的に形成された部分的に厚肉のボス部や段差部を形成することができないという根本的な問題点もある。

【0009】本発明は、かかる従来技術における問題点等を解消するためになされたものであり、アルミニウム合金よりも軽いマグネシウム合金からなり、主要部肉厚が1.5mm以下で、または更に周壁部、または更に必

要任意の箇所に主要部肉厚より厚肉のボス部を1個以上一体的に形成してなるマグネシウム合金製薄肉成形体およびその製造方法を得ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成するために、種々の加工方法について検討を行った結果、マグネシウム合金製薄板素材を鍛造することにより、目的とする薄肉のマグネシウム合金からなる成形体を作製できることを知見し、本発明を完成したものである。すなわち、マグネシウム合金製薄板素材を鍛造により展伸せしめて成形体を得るとい、鍛造法や絞り加工法とは異なる新規な手段により上記目的を達成出来たものである。

【0011】すなわち本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、マグネシウム合金製薄板素材を鍛造で成形してなることを特徴とする。そして、薄肉成形体の主要部肉厚が1.5mm以下であることを特徴とする。ここで、主要部肉厚とは、図2に示す成形体の大部分を占める底部22や周壁部23のようなほぼ均一な肉厚部分を指し、局部的ボスや図示していないが部分的突出部の高さの肉厚などは勘案しないものとする。主要部肉厚が1.5mmを超えると、成形体をその外形寸法を一定にした場合、成形体内に実装する内容積が確保できないことがある。なお、成形体の剛性を確保する場合には主要部肉厚を0.2mm以上とする。好ましくは、主要部肉厚は0.3~0.8mmである。

【0012】また、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、または更に周壁部を有し、この周壁部の立ち上がり内側角部および／または外側角部の面取りまたは半径が1mm以下であり、周壁部が高さ30mm以下であることを特徴とする。周壁部を設けることで、周壁部と別部品とを組み合わせ箱状の筐体にする。また、周壁部の立ち上がり内側角部および／または外側角部の面取りまたは半径を1mm以下、好ましくは0.5mm以下の小径にしたものは、筐体として使用する場合に、大きな半径のものに比べて内容積が大になる利点がある。特に筐体の形状寸法が小さい場合には、この差異は極めて重要であり、電子回路の実装等において有意義である。また、シャープな外観の筐体を作製できるため、意匠的にも優れた工業製品を提供できる。また、周壁部の高さが30mm以下であれば、例えば電子機器用の筐体として用いることができる。また、マグネシウム合金製薄板素材を鍛造成形してこの高さにすることが可能である。ここで周壁部とは、一方に立ち上がり部を持つU状、双方に立ち上がり部を持つU状、または箱状の壁状の立ち上がり部をいう。

【0013】また本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、主要部肉厚より厚肉のボス部を1個以上有することを特徴とする。そして、ボス部は薄肉成形体の主要部肉厚の10倍以下であることを特徴とする。ボス部は、

例えばボス部に取り付け用のねじ穴を形成できるなどの利点がある。また、絞り加工等で形成した薄肉成形体では、本発明でいうボス部のような部分は別個に作成し、溶接や接着剤等により固着して部品を作製しているが、作製工程が多く、また信頼性の点でも問題がある。本発明の成形体は、ボス部が一体的に形成されているため、このような問題は全くない。

【0014】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、その表面に、数字、記号、マーク、または模様 of 何れか1以上からなる凸部を有することを特徴とする。そして、この凸部は裏面が凹状ではないことを特徴とする。凸部を形成することで、あらためて別部品を添付しなくてもよい。また、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、0.3~0.8mmの薄肉部が断続的および／または連続的に偏在していることを特徴とする。この薄肉部には、ラベルなどを貼附することができる。そして、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は電子機器用であり、特に、携帯電話機用、モバイル型パソコン用、またはノート型パソコン用に好適である。

【0015】上記本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、鍛造成形体であり、鍛造法による成形体とは異なり、例えばその平均結晶粒径が10~300μm程度と微細であり機械的強度に優れているなど、その組織、機械的強度等において明確な差異を有するものである。また、成形体に用いられる薄板素材は伸びが25%前後であり、鍛造成形された後も素材よりは伸びが少なくなるが、依然として10~15%の伸びを有している。

【0016】次に、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法は、板厚3mm以下のマグネシウム合金製薄板素材を、成形荷重1~30ton/cm²、鍛造速度1~500mm/秒、圧下率75%以下で荒鍛造した後、圧下率50%以下で仕上鍛造し、主要部肉厚1.5mm以下にすることを特徴とする。

【0017】上記、マグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法において、マグネシウム合金製薄板素材は、3mmを越えると、目的とする1.5mm以下の薄肉成形体とするために鍛造における圧下率を大きくしなければならず、鍛造時のマグネシウム合金の金属流れ（以下、「メタルフロー」という）が著しくなり、再結晶した微細粒子がメタルフローに沿って出現したり、偏析して存在したりする恐れがあるためである。これを防ぐためには、成形荷重、鍛造温度、金型温度、鍛造速度、圧下率などの諸条件を細かに管理する必要がある。用いられる薄板素材は、組織の均一性、欠陥などを考慮して、圧延材を用いると好ましい。

【0018】成形荷重は、1ton/cm²未満では成形しにくくなるため、その下限を1ton/cm²とする。一方、成形荷重が30ton/cm²を超えて負荷された場合、製品および金型への負荷が過大となるため、その上限を30ton/cm²とする。特に成形荷



7

重が必要となる荒鍛造では $3\sim 30\text{ t on/cm}^2$ 、成形荷重が小さくても十分である仕上鍛造では $1\sim 20\text{ t on/cm}^2$ とすることが好ましい。

【0019】鍛造速度は、 1 mm/秒 未満では、薄板素材の温度が低下して良好な鍛造精度のものが得にくく、また生産性の低下も招くので、その下限を 1 mm/秒 とする。一方、鍛造速度が 500 mm/秒 を越えるような速い速度の場合には、メタルフローが鍛造速度に円滑に追従できなくなり、メタルフローに乱れを生じて所望の形状が得られなくなるので、その上限を 500 mm/秒 とする。なお、鍛造速度は、生産性を重視する荒鍛造は $10\sim 500\text{ mm/秒}$ で行い、成形性を重視する仕上鍛造は $1\sim 200\text{ mm/秒}$ で行うことが好ましい。

【0020】荒鍛造での圧下率を 75% 以下に限定したのは、圧下率に応じて大きな成形荷重を必要とするためであり、また 75% 以下の圧下率で薄板素材を展伸させて周壁部およびボス部を有する有底形状の荒鍛造成形体が成形できるからである。また、圧下率が 75% を超えると、鍛造時にマグネシウム合金薄板自体が発熱して温度上昇し、予備加熱条件によっては、発火燃焼する恐れがあるためである。したがって、安全性を考慮すれば、荒鍛造時の圧下率は 50% 以下とするのがより好ましい。また、仕上鍛造での圧下率を 50% 以下としたのは、荒鍛造成形体の比較的粗い公差の各部寸法形状を、目標とする成形体の形状寸法に精密に仕上げ成形すること等を目的として施すものであり、加工量よりも成形性が重要なためである。仕上げ成形体の表面性状等を考慮すると、 30% 以下とするのが好ましい。ここでいう圧下率とは、同一鍛造で、1回の圧下による減肉率をいい、同一工程での複数回の圧下による総計の減肉率をいうものではない。

【0021】または更に、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法は、マグネシウム合金製薄板素材の温度を $200\sim 540^\circ\text{C}$ で、荒鍛造用金型のポンチ肩部半径（「 r_1 」とする）またはダイ角部半径（「 r_2 」とする）と、仕上鍛造用金型のポンチ肩部半径（「 r_3 」とする）またはダイ角部半径（「 r_4 」とする）との比、 r_1 （または r_2 ）／ r_3 （または r_4 ）を 7 以下とした金型を用い鍛造を行い、完成成形体の周壁部の立ち上がり内側角部および／または外側角部の面取りまたは半径を 1 mm 以下とすることを特徴とする。マグネシウム合金製薄板素材または荒鍛造成形体の温度が 200°C 未満では、鍛造時のメタルフローが円滑に得られず、ポンチとダイから構成される金型の空間部、特に隅部に形成するボス部などにマグネシウム合金が充満して展伸しないので、薄肉化が困難であると共に良好な周壁部やボス部を形成することが出来ない。一方、マグネシウム合金製薄板素材または荒鍛造成形体の温度が 540°C を超えると結晶粒の粗大化を招き、結晶粒径が $300\mu\text{m}$ を超えると、伸びが失われてくる。また、加工

(5)



8

特開2001-170734

率によっては発火し燃焼する恐れもあるので、 540°C を上限温度とする。好ましくは、 450°C 以下がよい。上記荒鍛造用金型のポンチ肩部半径（「 r_1 」とする）またはダイ角部半径（「 r_2 」とする）と、上記仕上鍛造用金型のポンチ肩部半径（「 r_3 」とする）またはダイ角部半径（「 r_4 」とする）との比、 r_1 （または r_2 ）／ r_3 （または r_4 ）が 7 以上の場合には、仕上鍛造で目的とする半径の角部に成形することが困難になる。目的とする仕上鍛造成形体の角部半径が 1 mm 未満の小さな半径である場合には、上記比、 r_1 （または r_2 ）／ r_3 （または r_4 ）を 2 以上とするのが好ましい。2以下の場合には、荒鍛造用金型のポンチ肩部の半径が小さすぎて、荒鍛造における加工初期段階での絞り加工的な作用および鍛造時のメタルフローが良好に行われない恐れがある。なお、仕上鍛造用金型における上型または下型のいずれか一方に形成される凸状部分の肩部半径と、前記凸状部分に対応して下型または上型のいずれか他方に形成される凹状部分の立ち上がり角部の半径も、荒鍛造金型の場合と同様な理由で、ほぼ同じにするのが好ましい。

【0022】また、荒鍛造用金型における上型または下型のいずれか一方に形成されるポンチ部（凸状部分）の先端肩部の半径は、鍛造初期段階で極めて瞬間的ではあるが絞り加工に近い作用をさせるために出来るだけ大きい方が良く、 1 mm 以上が好ましい。先端肩部の半径が 1 mm 未満でも成形不能ではないが、特に隅部などのメタルフローの関係で、周壁部の有効高さが数 10 mm を超える薄肉成形体の作製は困難となる。完成成形体の内側角部および／または外側角部の半径を 0.5 mm 以下とするためには、先端肩部の半径は $1\text{ mm}\sim 5\text{ mm}$ とするのが好ましい。また、上記下型または上型のいずれか他方に形成される凸状部分の肩部半径と、この凸状部分に対向する凹状部分の立ち上がり角部の半径は、他の部分に比べて角部の板厚があまり変化しないようにほぼ同じ程度にするのが好ましい。また本発明において、目的とする仕上鍛造成形体の角部半径が 0.5 mm 以下であり、外側角部の下金型が一体型である場合は、隅部に応力集中が生じて金型隅部に亀裂が入り、下金型の寿命が短くなるおそれがある。これを防ぐため、下金型の一部を入子型とする。このようにすると、エアーベントの役割を兼ね、しかも応力集中が角部にかからないので型寿命が延び、成形体もシャープな角部が得られる。

【0023】または更に、本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法は、ポンチまたはダイに少なくとも1個の窪み部分を有した金型を用いて鍛造してボス部を有する荒鍛造成形体を成形する荒鍛造と、前記荒鍛造成形体をポンチまたはダイに前記ボス部に対応する窪み部分を有する金型を用いて鍛造して、主要部肉厚に対して 10 倍以下のボス高さとすることを特徴とする。

【0024】荒鍛造用金型における上型または下型の両

50

方或いはいずれか一方の必要箇所、例えば、ポンチ部（凸状部分）またはダイ部（凹状部分）の必要箇所に、目的とする成形体のボス部に対応する窪みを形成する。薄肉成形体で良好なボスを得るためには、ボス部に対応する金型の窪み深さは、荒鍛造ではメタルフローの関係で完成薄肉成形体の主要部肉厚の7倍以下に、仕上鍛造では10倍以下望ましくは7倍以下に押さえることが好ましい。

【0025】または更に、前記マグネシウム合金製薄板素材の板厚が3mm以下であり、前記荒鍛造用金型が100～540℃に加熱保持され、前記仕上鍛造用金型が100～540℃に加熱保持されていることを特徴とする。

【0026】マグネシウム合金製薄板素材は、目的とする薄肉成形体の表面積にほぼ匹敵する程度の大きさに作製したものを使用する。薄板素材が大きすぎる場合には、荒鍛造時に成形体の周壁部や隅部にしわ等の欠陥が発生する恐れがある。一方、小さすぎる場合には、隅部において良好なメタルフローが得られないため、所定の高さの周壁部が形成されない、周壁部の立ち上がり角部や隅部に亀裂や欠けなどが発生する、ボス部に欠けが生ずる、などの問題を生じて、品質の良い薄肉成形体を形成できない。

【0027】本発明において、上記鍛造は、基本的には、荒鍛造と仕上鍛造の二段の鍛造工程からなるが、より精度の良い形状で、かつ、表面性状に優れた薄肉成形体を得るために、更に一段以上の中間鍛造を含めても良い。なお、本発明では薄板素材の予備加熱が必須条件であるが、これは絞り加工のようにしわ押さえをしないため金型からの伝導熱で加熱することが出来ないためである。また、伝導熱による場合は薄板素材の温度が不安定になる恐れがあるためである。薄板素材または荒鍛造成形体の予備加熱は、大気中で行うと表面が酸化して、鍛造性、耐食性、外観等に悪影響を及ぼす恐れがある。このため、アルゴンガス等の不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。また、予備加熱には、通常、雰囲気制御がし易い電気式加熱炉を用いると良い。

【0028】本発明において、仕上鍛造は成形体を最終形状寸法に仕上げるために行うが、仕上鍛造金型のダイ部底面に所定の形状の溝を形成したり、段差部を形成しておくことにより、仕上鍛造時に成形体外表面に標章等の記号を一体的に突出形成し、その対応裏面は平面であり凹状にせず済むことも出来たり、段差部を形成することが可能である。主要部肉厚は1.5mm以下であるが、この時の段差部或いはなだらかな肉厚変化は、偏在または連続させることも出来、肉厚として0.3～0.8mmとすることも可能である。

【0029】本発明の製造方法により得られる成形体の角部半径を1mm以下、好ましくは0.5mm以下の小径にしたものは、筐体として使用する場合に、大きな半

径のものに比べて内容積が大になる利点がある。特に筐体の形状寸法が小さい場合には、この差異は極めて重要であり、電子回路の実装等において有意義である。また、シャープな外観の筐体が作製できるため、意匠的にも優れた工業製品を提供できる。また、本発明の製造方法によれば、主要部肉厚が1.5mm以下で、角部、隅部あるいは任意必要箇所にボス部を一体的に有するマグネシウム合金製鍛造薄肉成形体を実現できる。このような構成の薄肉成形体は、例えばボス部に取り付け用のねじ穴や電子回路基板の受け等を形成できるなどの利点がある。また、絞り加工等で形成した薄肉成形体では、本発明でいうボス部のような部分は別個に作成し、溶接や接着剤等により固着して部品を作製しているが、作製工程が多く、また信頼性の点でも問題がある。本発明の製造方法により得られる成形体は、ボス部が一体的に形成されているため、このような問題は全くない。また、本発明による薄肉成形体は、一所望のトリミング及び機械加工を施した後、仮防食、塗装や陽極酸化皮膜処理を行うことが好ましい。すなわちマグネシウム合金は、鍛造後でも酸化して表面が金属光沢を失う恐れがあるが、本発明薄肉成形体は、その外表面の粗度に優れており、底部および/または側周壁部の外側表面に陽極酸化皮膜処理を施すことにより金属素地自体の光沢のある成形体を実現できる。そして、携帯電話用筐体、モバイルパソコン用筐体、ノート型パソコン用筐体などに適用できる。

【0030】マグネシウム合金製薄板素材を鍛造して、薄肉成形体を製造するに際しては、鍛造性に優れたマグネシウム合金であることが好ましい。このため、本発明においては、重量比率で、Al:1～6%, Mn:0.5%以下、微量元素0.2%以下、残部Mg及び不可避免の不純物よりなるマグネシウム合金素材、または前記組成において更にZn:2%以下を含有するマグネシウム合金素材を選定することが好ましい。アルミニウムが低いと鍛造性は良いが、剛性が悪くなるので、少なくともアルミニウムは1%以上とするのが良い。一方、アルミニウム含有量が高くなると鍛造性、耐食性が低下するので、アルミニウム含有量は6%以下とするのが良い。亜鉛も同様な影響があり、鍛造性と周知性（メタルフロー）の兼ね合いから2%以下のものが良い。このような合金としては、例えば、ASTM規格のAZ31合金、AZ21合金、AM20合金などがある。なお、本発明に適用できるマグネシウム合金は、上記組成に限定されるものではなく、微量元素として、希土類元素、リチウム、ジルコニウム等を添加含有したマグネシウム合金なども本発明に適用可能である。

【0031】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について説明する。

（実施の形態1）図2は、本発明により作製しようとするマグネシウム合金製薄肉成形体の一例を説明するため

の概略構成斜視図である。図2において、21はマグネシウム合金製薄肉成形体であり、基本的な形状として、底部22と周壁部23を有する断面がほぼ凹状の成形体である。また、底部22および周壁部23の肉厚 t が1.5mm以下と極めて薄肉であり、かつ、底部22から周壁部23が立ち上がる部分の内側角部24あるいは隅部25に、主要部肉厚よりも厚肉のボス部26が形成されている。なお、図2では、ボス部26が隅部25に形成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、ボス部26を角部24の適当な位置に形成しても良いし、あるいは底部中央部分に形成しても良い。また、図2においては、底部22は平面状であるが、任意形状の段差部を形成しても良い。

【0032】図1は、本発明の製造方法を実施するための鍛造機における荒鍛造用金型の一例を示す概略構成説明図である。図1において、11はマグネシウム合金製薄板素材であり、下金型12に設けられた凹部（以下、「ダイ部」とも称す）13を覆うように載置される。図1では、凹部寸法よりも少し大きな形状の薄板素材を使用しているが、載置位置は使用する薄板素材の形状寸法に応じて変化するので、例えば、底面との間に若干の空隙を有するように載置することもある。使用する薄板素材11の板厚および大きさは、目標とする成形体の肉厚、周壁部の高さ、作製するボス部の形状、金型温度および圧下率などの鍛造条件などから、適正な厚さと大きさのものを選択する。本発明においては、板厚は1.5mm以下のマグネシウム合金製薄板素材を使用するが、その大きさは、通常、得ようとする成形体の表面積と同等または少し大きめの薄板素材を使用することが好ましい。14は上金型であり、下金型12の凹部13に対応する凸部（以下、「ポンチ部」とも称す）15を有する。16は上下金型をそれぞれ加熱するためのヒータであり、複数本のヒータを設置して上下金型のダイ部およびポンチ部を均一な温度に加熱する。17は上下金型の温度を測定するための熱電対であり、通常はダイ部およびポンチ部の近くに設置し、その検知出力を参照して加熱温制御度手段（図示しない）により、上下金型が所定の温度に加熱保持される。18は、形成しようとするボス部に対応してポンチ肩部に設けた窪みであり、この窪みが存在するために荒鍛造時にボス部を有する荒鍛造成形体が形成される。

【0033】本発明において、荒鍛造に供する下金型12のダイ部（凹部）13の隅部半径 r_2 （図示せず）と、上金型14のポンチ部（凸部）15における肩部半径 r_1 （図示せず）とは、出来るだけ大きな曲面に形成する。それにより荒鍛造時初期における絞り加工に近い挙動がスムーズに行われ、かつ鍛造時における良好なメタルフローを確保することが可能となり、亀裂や欠け等を生ずることなくメタルフローが金型間隙部内に充填しつつ展伸される。しかし、仕上鍛造において角部を1m

m以下の小さな半径に加工する場合には、隅部半径及び肩部半径をあまり大きくすると、仕上加工時に角部等に亀裂などを生じるので、そのような場合には薄板素材板厚の5倍以下とすることが好ましい。

【0034】本発明において、荒鍛造用金型における肩部の半径 r_1 （図示せず）またはダイ部の半径 r_2 （図示せず）と、仕上鍛造用金型における肩部の半径 r_3

（図示せず）またはダイ部の半径 r_4 （図示せず）との関係は、前者（ r_1 または r_2 ）は後者（ r_3 または r_4 ）の7倍以下の範囲とすることが好ましい。この比が7を越える場合には、荒鍛造成形体から仕上鍛造するとき、角部に亀裂等が発生するなど、欠陥が生じて良好な性状の薄肉成形体を得ることが困難となるためである。また、仕上鍛造成形体角部の半径が1mm以下の小さな半径とする場合には、荒鍛造用金型における角部の半径が小さすぎて、荒鍛造時に角部に亀裂等の欠陥が生じる恐れがあるので、この比を2以上とするのがよい。

【0035】本発明においては、仕上鍛造用下金型の凹部底面に、予め標章等に対応する窪み、あるいは後工程で機械加工する部位に対応する段差部、などを形成しておくことにより、仕上鍛造時に荒鍛造成形体のメタルフローの一部が、その窪みや段差部にも充填伸展させるので、凸部の数字、記号、マーク、模様、標章等の記号などを容積の小さな刻印することも可能であり、必要に応じて底面部に段差部を形成することもできる。本発明を実施するための鍛造機の型式は特に限定されるものではないが、荒鍛造には鍛造速度が速い機械式鍛造機を使用し、最終製品寸法を成形する仕上鍛造には鍛造速度が比較的遅い油圧式鍛造機を使用するのが好ましい。なお、上記鍛造により得られたマグネシウム合金製薄肉成形体には、通常、周壁上端部等に鍛造バリが発生しているので、鍛造バリを除去するトリミングを行うことが必要である。また、必要に応じて、所望の箇所に適宜機械加工を施す。マグネシウム合金は鍛造後においても酸化して金属光沢を失うおそれがある。このため、例えば、陽極酸化皮膜処理により酸化皮膜を形成することで、通常行われている塗装では得られない優れた防食性および合金素地を生かした金属光沢を有するマグネシウム合金製薄肉成形体とするのが好ましい。そして、実施の形態1のマグネシウム合金製薄肉成形体は、各種機器の軽量化を目的とする薄肉筐体としての用途に適し、携帯電話用筐体、モバイル型パソコン用筐体、ノート型パソコン用筐体など、広くできる。

【0036】（実施の形態2）図5は、本発明により作製しようとするマグネシウム合金製薄肉成形体の一例を説明するための概略構成斜視図である。図5において、31はマグネシウム合金製薄肉成形体であり、基本的な形状として、底部32と周壁部33を有する断面がほぼ凹状の成形体である。また、底部32および周壁部33の肉厚 w が1.5mm以下と極めて薄肉であり、かつ、

底部32から周壁部33が立ち上がる部分の内側角部34あるいは周壁部底部の外側角部38は半径が0.5mm以下のシャープな形状を持ち、さらには、必要箇所に、主要部肉厚よりも厚い肉厚のボス部35、35'、36、37が形成されている。なお、図5で示す様に、ボス部は自由に必要箇所に形成できる。また、図5においては、底部32は平面状であるが、任意形状の段差部を形成しても良い。

【0037】図6は図5の成形体31のA-A断面図で、肉厚はwで、周壁には異なった3種類のボスが示されている。ボス35は周壁部33の内面途中より垂直に立ち上がっており、ボス35'は、周壁部33の内面に沿っており、ボス36は底部32から独立に立ち上がっている。なお、ボス高さとはボス部が一体に成形され突出している主要な面からの高さを言う。例えば、図6で、ボス36の高さは底面からの高さHをいい、ボス35、35'の高さは、周壁部33の内面からの突き出し高さを言う。

【0038】図3は、本発明の製造方法を実施するための鍛造機における荒鍛造用金型の一例を示す概略構成説明図である。図3において、1はマグネシウム合金からなる板厚tの薄板素材であり、下金型2に設けられた凹部（以下、「ダイ部」とも称す）4を覆うように載置される。図3では、凹部寸法よりも少し大きな形状の薄板素材1を使用しているが、載置位置は使用する薄板素材の形状寸法に応じて変化するので、例えば、底面との間に若干の空隙を有するように載置することもある。使用する薄板素材1の板厚および大きさは、目標とする成形体の肉厚、周壁部の高さ、作製するボス部の形状、金型温度および圧下率などの鍛造条件などから、適正な厚さと大きさのものを選択する。本発明においては、板厚は1.5mm以下のマグネシウム合金薄板を使用するが、その大きさは、通常、得ようとする成形体の表面積と同等または少し大きめの薄板素材を使用することが好ましい。3は上金型であり、下金型2のダイに対応する凸部（以下、「ポンチ部」とも称す）5を有する。6、7、7'は、形成しようとするボス部に対応してポンチ5の中央部および肩部に設けた窪みであり、この窪みが存在するために荒鍛造時にボス部を有する荒鍛造成形体が形成される。

【0039】本発明において、角部に亀裂などを生じさせないために、荒鍛造に供する下金型2のダイ部（凹部）4の隅部半径と、上金型3ポンチ部（凸部）5における肩部半径は、荒鍛造時初期における絞り加工に近い挙動がスムーズに行われ、かつ鍛造時における良好なメタルフローを確保し、更に仕上鍛造で成形体の角部の半径を0.5mm以下とするするためには、1~5mmの半径が好ましい。

【0040】図4は仕上鍛造用金型の要部を示し、42は下金型、44は下金型42に隙間無くきっちりと挿入

された入子である。43は上金型で、45はポンチ部を示す。また46、47、47'は完成成形体31における必要箇所に対応する窪みを示す。41は荒鍛造成形体で、下型のダイ部に載置される。

【0041】本発明において、マグネシウム合金は鍛造後においても酸化して金属光沢を失うおそれがある。このため、例えば、仮防食、塗装などを行うが、特に陽極酸化皮膜処理により酸化皮膜を形成することで、通常行われている塗装では得られない優れた防食性および合金素地を生かした金属光沢を有するマグネシウム合金製薄肉成形体とするのが好ましい。そして、実施の形態2のマグネシウム合金製薄肉成形体は、各種機器の軽量化を目的とする薄肉筐体としての用途に適し、携帯電話用筐体、モバイル型パソコン用筐体、ノート型パソコン用筐体など、広くできる。

【0042】

【実施例】（実施例1）まず、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が3.5mmの荒鍛造用金型と、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が0.8mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅には3mm×3mm×深さ4mmより少し大きいサイズの切り欠け部が形成され、仕上鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅には、目的とするボス部寸法に対応する3mm×3mm×深さ4mmの切り欠け部が形成されている。次に、板厚1.5mm、55×160mm平板状AZ31マグネシウム合金薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、400℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度400℃、鍛造速度200mm/秒、成型荷重10ton/cm²の鍛造条件で荒鍛造を行った結果、底部面積が50×155mm、周壁部の有効高さが6mm、主要部の肉厚1.2mm、で四隅にボス部を有する外観上欠陥のない荒鍛造成形体が得られた。次に、得られた荒鍛造成形体を電気式加熱炉に装入して350℃に均一加熱し、金型温度350℃、鍛造速度50mm/秒、成型荷重10ton/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部面積が50×155mm、周壁部の有効高さが6mm、主要部の肉厚が1.0mm、立ち上がり部内側半径が約0.8mm、四隅に3mm×3mm×高さ4mmの大きさのボス部を有する、良好な外観のマグネシウム合金薄肉成形体を得られた。

【0043】（実施例2）まず、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径5.2mm、上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が5.0mmの荒鍛造用金型と、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径が1.0mm、上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が1.0mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒

鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅および長辺中央部2カ所には、4 mm×4 mm×深さ6 mmより少し大きいサイズの切り欠け部が形成され、仕上鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅および長辺中央部2ヶ所には、目的とするボス部寸法に対応する4 mm×4 mm×深さ6 mmの切り欠け部が形成されている。板厚1.2 mm、180×220 mmの平板状AZ31マグネシウム合金薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、450℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度400℃、鍛造速度200 mm/秒、成型荷重10 t on/cm²の同一の鍛造条件で鍛造を行った結果、底部面積が170×210 mm、周壁部の有効高さが8 mm、主要部の肉厚0.7 mm、四隅および各長辺中央部の計6ヶ所にボス部を有し、外観上問題のない荒鍛造薄肉成形体を得られた。次に、得られた荒鍛造成形体を電気式加熱炉に装入して350℃に加熱し、金型温度350℃、鍛造速度50 mm/秒、成型荷重10 t on/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部面積が170×210 mm、周壁部の有効高さが8 mm、主要部の肉厚が0.6 mm、立ち上がり部内側半径が約1.0 mm、四隅および各長辺中央部に4 mm×4 mm×高さ6 mmのボス部を有し、良好な形状・外観のマグネシウム合金からなる薄肉成形体を得ることができた。

【0044】（実施例3）まず、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が2.5 mmの荒鍛造用金型と、下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径が0.7 mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒鍛造用上金型のポンチ部長辺における両端から5 mm内側の位置2カ所（合計4ヶ所）には、3 mm×3 mm×深さ5 mmより少し大きいサイズの切り欠け部が形成され、仕上鍛造用の上金型のポンチ部長辺における両端から5 mm内側の位置2ヶ所（合計4ヶ所）には、目的とするボス部寸法に対応する3 mm×3 mm×深さ5 mmの切り欠け部が形成されている。また、仕上鍛造用金型のポンチ先端面には、最終成形体で機械加工除去する位置に対応して段差0.3 mmの複数の段差部も形成した。板厚1.0 mm、100×100 mmの平板状AZ31マグネシウム合金薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、430℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度380℃、鍛造速度200 mm/秒、成型荷重10 t on/cm²の鍛造条件で荒鍛造を行った結果、底部の概略面積が95×95 mm、周壁部の有効高さが7 mm、主要部の肉厚0.7 mm、各長辺周壁両隅から5 mm中央よりの置4ヶ所にボスを有する、外観上欠陥のない荒形状成形体を得られた。次に、得られた荒形状成形体を電気式加熱炉に装入して430℃に加熱し、金

型温度380℃、鍛造速度50 mm/秒、成型荷重7 t on/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部の面積が95×95 mm、周壁部の有効高さが7 mm、肉厚が0.65 mmで、立ち上がり部内側半径が約0.7 mm、各長辺周壁両隅から5 mm中央よりの位置4ヶ所に3 mm×3 mm×高さ5 mmのボスを有し、かつ、荒鍛造成形体では無かった成形体底部外面に所定の段差部が形成された、外観上欠陥のないマグネシウム合金からなる薄肉成形体を得ることができた。なお、本実施例のように、ボス部を辺の部分に形成した場合は、ボス部を隅部に形成した場合よりも再現性良くボス部を成形できる。その理由は定かではないが、メタルフローがもっとも良好なのは辺の中央部であり、隅にゆくに従ってメタルフローが起きにくいためと考えられる。

【0045】（実施例4）まず、図3での下金型の凹部（ダイ部）4の立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）5肩部の半径4.5 mmの荒鍛造用金型と、図4での入子44を有する下金型の凹部（ダイ部）立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部（ポンチ部）肩部の半径0.5 mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅には成形体31でボス37に対応する窪みを3 mm×3 mm×深さ4 mmより少し大きいサイズで、また周壁部には、成形体31のボス35に対応する箇所には3 mm×3 mmで垂直に落ちる切り欠け部、成形体31の35'に対応する箇所には3 mm×3 mm×深さ4 mmより少し大きいサイズで、また、成形体の底部ほぼ中央のボス36に対応する箇所には3 mm×3 mm×深さ6 mmより少し大きいサイズが形成されている。仕上鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅、周壁部には目的とするボス部寸法に対応する3 mm×3 mm×深さ4 mm、底部中央には3 mm×3 mm×深さ9 mmの切り欠け部が形成されている。次に、板厚1.5 mm、75×165 mm平板状AZ31マグネシウム合金製薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、400℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度400℃、鍛造速度200 mm/秒、成型荷重10 t on/cm²の鍛造条件で荒鍛造を行った結果、底部面積が55×150 mm、周壁部の有効高さが10 mm、主要部肉厚1.2 mmで、四隅には3 mm×3 mm×高さ4 mm、周壁部33には周壁内面に垂直なボス35および周壁内面に沿った3 mm×3 mm×高さ4 mmのボス35'が、また底部中央部には3 mm×3 mm×高さ6 mmのボス36を有する外観上欠陥のない荒鍛造成形体を得られた。次に、得られた荒鍛造成形体を電気式加熱炉に装入して350℃に均一加熱し、金型温度350℃、鍛造速度50 mm/秒、成型荷重10 t on/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部面積が50×155 mm、周壁部の有効高さ10 mm、主要部肉厚が1.0 mm、立

ち上がり部内側半径が約0.5 mm、四隅に3 mm×3 mm×高さ4 mm、周壁部33には夫々3 mm×3 mm×高さ4 mmのボス35、35'、また底部中央には3 mm×3 mm×高さ9 mmのボスを有し、成形体の内隅部と外角部の少なくとも1部が半径0.5 mmの良好な外観のマグネシウム合金薄肉成形体を得られた。

【0046】(実施例5) まず、図3での下金型の凹部(ダイ部)立ち上がり内側角部半径3.5 mm、上金型の凸部(ポンチ部)肩部の半径3.0 mmの荒鍛造用金型と、図4での入子を有する下金型の凹部(ダイ部)立ち上がり内側角部半径ほぼ0 mm、上金型の凸部(ポンチ部)肩部の半径0.5 mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅には、4 mm×4 mm×深さ5 mmより少し大きいサイズの切り欠け部が、底部中央部に対応する箇所に3 mm×3 mm×深さ7 mmより少し大きめのサイズの切り欠け部が形成されている。仕上鍛造用の上金型のポンチ部先端四隅には、目的とするボス部寸法に対応する3 mm×3 mm×深さ5 mmの切り欠け部、底部中央部に対応する箇所に3 mm×3 mm×高さ9 mmが形成されている。板厚1.2 mm、180×220 mmの平板状AZ31マグネシウム合金製薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、450℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度400℃、鍛造速度200 mm/秒、成型荷重10 t/cm²の同一の鍛造条件で鍛造を行った結果、底部面積が150×190 mm、周壁部の有効高さが10 mm、主要部肉厚0.7 mm、四隅の4ヶ所のボスは満身に充填されたものが得られたが、底部中央部のボス部は少し充填が不十分であった。このほかは外観上問題のない荒鍛造薄肉成形体を得られた。次に、得られた荒鍛造成形体を電気式加熱炉に装入して350℃に加熱し、金型温度350℃、鍛造速度50 mm/秒、成型荷重10 t/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部面積が170×210 mm、周壁部の有効高さが10 mm、主要部肉厚が0.6 mm、立ち上がり部内側半径が約0.5 mm、四隅には3 mm×3 mm×高さ5 mmの良好なボス部が掲載されたが、底部中央部ボス部3 mm×3 mm×高さ9 mmには、充填が不足しボスとしては欠陥であり、成形体としては不良となった。原因は底部中央のボス高さが完成成形体の主要部肉厚の10倍を超えたためと考えられる。

【0047】(実施例6) まず、図3での下金型の凹部(ダイ部)立ち上がり内側角部半径および上金型の凸部(ポンチ部)肩部の半径が2.5 mmの荒鍛造用金型と、図4での入子を有する下金型の凹部(ダイ部)立ち上がり内側角部半径がほぼ0 mmおよび上金型の凸部(ポンチ部)肩部の半径が0.3 mmの仕上鍛造用金型とを準備した。準備した荒鍛造用上金型のポンチ部長辺

における両端から5 mm内側の位置2カ所(合計4ヶ所)には、3 mm×3 mm×深さ5 mmより少し大きいサイズの切り欠け部、底部中央に対応する箇所に3 mm×3 mm×深さ5 mmの窪みが形成され、仕上鍛造用の上金型のポンチ部長辺における両端から5 mm内側の位置2ヶ所(合計4ヶ所)には、目的とするボス部寸法に対応する3 mm×3 mm×深さ5 mmの切り欠け部が、底部中央に対応する箇所に3 mm×3 mm×深さ6 mmの窪みが、形成されている。板厚1.0 mm、100×100 mmの平板状AZ31マグネシウム合金製薄板素材をアルゴンガスで充填した電気式加熱炉内に装入し、430℃に均一加熱した。次いで、素材を電気式加熱炉内から取り出し、下金型のダイ部に載置し、金型温度380℃、鍛造速度200 mm/秒、成型荷重10 t/cm²の鍛造条件で荒鍛造を行った結果、底部の概略面積が95×95 mm、周壁部の有効高さが7 mm、主要部肉厚0.7 mm、各長辺周壁両隅から5 mm中央よりの位置4ヶ所と底部中央部にボスを有する、外観上欠陥のない荒形状成形体を得られた。次に、得られた荒形状成形体を電気式加熱炉に装入して430℃に加熱し、金型温度380℃、鍛造速度50 mm/秒、成型荷重7 t/cm²の鍛造条件で仕上鍛造を行った結果、底部の面積が95×95 mm、周壁部の有効高さが7 mm、肉厚が0.65 mmで、立ち上がり部内側半径が約0.3 mm、各長辺周壁両隅から5 mm中央よりの位置4ヶ所に3 mm×3 mm×高さ5 mmのボスを、底部中央部に3 mm×3 mm×深さ6 mmのボスを有し、外観上欠陥のないマグネシウム合金からなる薄肉成形体を得ることができた。なお、本実施例のように、ボス部を辺の部分に形成した場合は、ボス部を隅部に形成した場合よりも再現性良くボス部を成形できる。その理由は定かでないが、メタルフローがもっとも良好なのは辺の中央部であり、隅にゆくに従ってメタルフローが起きにくいためと考えられる。

【0048】上記実施例1乃至6に記載した実施例においては、下型に凹部(ダイ部)を形成し、上型に凸部(ポンチ部)を形成したが、本発明は、その逆の構成の金型を使っても良い。すなわち下型に形成したポンチ部(凸部)上にマグネシウム合金製薄板素材または荒鍛造成形体を載置して成形しても良い。

【0049】

【発明の効果】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体は、アルミニウム合金製の成形体よりもさらに軽量で、剛性もあり、特に小形筐体として有用なものであり、特に成形体の内側の半径が小さいため内容量が増える。また、ボス部が必要な場所に一体的に完成成形体の主要部肉厚の10倍まで形成されるため、接着等で作製していた従来製法による成形体に比べ信頼性の高い成形体を得られる利点がある。また、適正な被覆処理を施すことによりマグネシウム合金素地を生かした金属光沢を有する

製品を得ることも可能であり、各種機器の軽量化を目的とする薄肉筐体としての用途に適したものとして、携帯電話用筐体、モバイル型パソコン用筐体、ノート型パソコン用筐体など、広くその適用が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法に係る要部構成概略説明図である。

【図2】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の一例を示す概略構成斜視図である。

【図3】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法に係る荒鍛造要部構成概略説明図である。

【図4】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の製造方法に係る仕上げ鍛造要部構成概略説明図である。

【図5】本発明のマグネシウム合金製薄肉成形体の一例を示す概略構成斜視図である。

【図6】図5のA-A断面を示す説明図である。

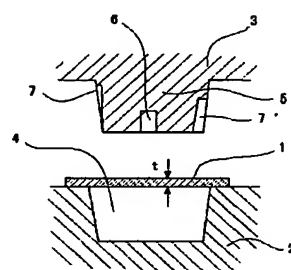
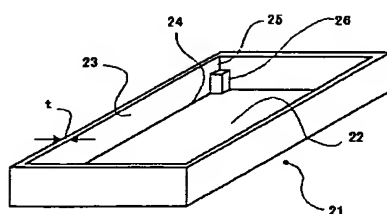
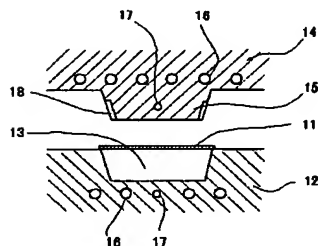
【符号の説明】

- | | | | |
|------|---------------|--------|----------------|
| 1 | マグネシウム合金薄板素材 | 15 | 上金型の凸部 |
| 2 | 荒鍛造用下型 | 16 | ヒーター |
| 3 | 荒鍛造用上型 | 17 | 熱電対 |
| 4 | 下金型の凹部（ダイ） | 18 | ボス部に対応する切り欠け部 |
| 5 | 上金型の凸部（ポンチ） | 21 | マグネシウム合金製薄肉成形体 |
| 6 | ボス部に対応する窪み | 22 | 底部 |
| 7、7' | ボス部に対応する切り欠き部 | 23 | 周壁部 |
| 11 | マグネシウム合金薄板素材 | 24 | 立ち上がり角部 |
| 12 | 下金型 | 25 | 隅部 |
| 13 | 下金型の凹部 | 26 | ボス部 |
| 14 | 上金型 | 31 | マグネシウム合金製薄肉成形体 |
| | | 32 | 底部 |
| | | 33 | 周壁部 |
| | | 34 | 内側隅部 |
| | | 35、35' | ボス |
| | | 36 | ボス |
| | | 37 | 隅ボス |
| | | 38 | 外側角部 |
| | | 41 | 荒鍛造成形体 |
| | | 42 | 仕上鍛造用下型 |
| | | 43 | 仕上げ鍛造用上金型 |
| | | 44 | 下金型の入子 |
| | | 45 | 上金型の凸部（ポンチ） |
| | | 46 | ボス部に対応する窪み |
| | | 47、47' | ボス部に対応する切り欠け部 |
| | | w | 完成成形体肉厚 |
| | | H | ボス高さ |

【図1】

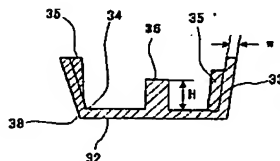
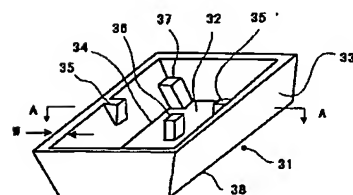
【図2】

【図3】

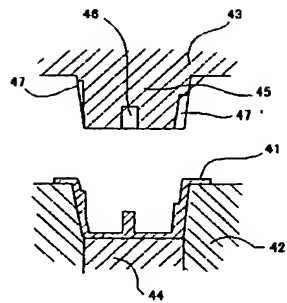


【図5】

【図6】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 洋
東京都港区芝浦一丁目2番1号 日立金属
株式会社内
(72)発明者 濱 葆夫
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘11番地 日立金属株
式会社素材研究所内

Fターム(参考) 4E087 AA02 AA10 BA03 BA19 CA15
CB02 CB04 CB16 DA04 EA11
EB03 EC11 ED01 ED13 ED14
FB06 HB06
4E360 AB02 AB51 EE13 EE15 GB26
GB46 GC04